

## Estudo da concentração de boro em filmes de diamante dopado com boro por XPS

GONÇALVES, R. A.<sup>1</sup>, BALDAN, M. R.<sup>2</sup>, FERREIRA, N. G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil  
Aluno de Mestrado do curso de Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores - CMS.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil.

rosana@703@gmail.com

**Resumo.** Filmes de diamante dopado com boro com diferentes concentrações de metano ( $CH_4$ ) foram crescidos em reator de filamento quente empregando-se o método Chemical Vapour Deposition (CVD) e, caracterizados morfológica e estruturalmente por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia de Espalhamento Raman. Análises mais detalhadas foram realizadas por meio de espectroscopia de emissão de Raios X (XPS) com a finalidade de investigar a incorporação de boro nos filmes de diamante. Os resultados mostram uma dependência da concentração de boro com a concentração de  $CH_4$  presente nas amostras, com a variação azimutal e inclinação da amostra nas medidas de XPS.

**Palavras-chave:** Filmes de diamante; Boro; Concentração de  $CH_4$ ; XPS;

### 1. Introdução

O diamante dopado com boro tem sido alvo de muitos estudos nas últimas décadas. Devido às características únicas que possui e, com a possibilidade de desenvolvê-lo sinteticamente de forma econômica e versátil por meio da técnica CVD, este material se tornou muito utilizado nas mais variadas áreas (KRAFT, 2007).

Recentemente, estudos realizados com filmes de diamante CVD dopado com boro com diferentes concentrações de  $CH_4$  mostraram a influência do teor de metano na dopagem do filme, conforme aumenta a concentração de  $CH_4$  menos pronunciadas se tornam as bandas de dopagem nos espectros Raman associadas ao boro, indicando dessa forma que a incorporação de boro na rede do diamante seja afetada. (MIGLIORINI, 2015).

O presente trabalho tem por objetivo investigar a dependência da concentração de boro nas amostras com a concentração de  $CH_4$  e investigar a incorporação de boro nessas amostras a partir de análises de XPS.

### 2. Metodologia

Os filmes de diamante dopado com boro foram depositados em substratos de silício em reator de filamento quente por meio da técnica CVD com diferentes concentrações de  $CH_4$  (1, 3, 5 e 7%). A concentração de boro usada para dopagem de todos os filmes foi de 30000 ppm.

A caracterização morfológica e estrutural dos filmes foi feita por espalhamento Raman e MEV. As imagens MEV foram feitas com ampliações de 5000x no intuito de investigar a uniformidade e morfologia do filme obtido. Os espectros Raman foram usadas para confirmar o crescimento de diamante e a dopagem dos filmes. Os filmes foram ainda submetidos a análises de XPS, realizadas com variação azimutal e com inclinação da amostra em relação ao feixe de Raios-X.

### 3. Resultados e Discussão

As imagens obtidas por MEV mostram filmes microcristalinos contínuos e homogêneos com grãos orientados aleatoriamente. Medidas de Espalhamento Raman confirmam o crescimento de diamante a partir da linha característica do diamante, a dopagem dos filmes com o surgimento das bandas em 1220 e 500  $\text{cm}^{-1}$  e a presença da banda G, situada em 1580  $\text{cm}^{-1}$ .

Os resultados obtidos a partir das análises feitas por XPS com variação azimutal mostram que o pico relacionado ao boro torna-se menos evidente conforme a concentração de  $\text{CH}_4$  nos filmes aumenta. O mesmo comportamento foi observado nas análises feitas com a amostra inclinada. Em ambas as análises os picos nos espectros correspondentes ao oxigênio e ao carbono apresentam um contínuo deslocamento para menores energias conforme aumenta a concentração de  $\text{CH}_4$ . De acordo com a análise realizada com a amostra inclinada quanto maior a inclinação e, portanto, a profundidade de penetração do feixe de Raios-X na amostra menor se torna o pico do boro.

Estes resultados sugerem que o boro seja incorporado mais facilmente na rede cristalina do diamante ao invés fases grafiticas e/ ou contornos de grãos como sugerido em trabalhos anteriores (May et al, 2008).

### 4. Conclusão

Os resultados mostraram ter uma dependência com o ângulo azimutal. Com relação às amostras analisadas em função do ângulo de inclinação em relação ao feixe foi possível verificar que o pico de boro se torna mais presente em amostras com menor concentração de  $\text{CH}_4$ , indicando que o boro esteja mais presente rede cristalina do diamante.

*Agradecimentos: Ao CNPq pelo suporte financeiro.*

### Referências

- KRAFT, A. Doped Diamond: A Compact Review on a New, Versatile Electrode Material. *Int. J. Electrochem. Sci.*, v.2, p. 355 – 385, 2007.
- MAY, P. W.; Ludlow, W. J.; Hannaway, M.; Heard, P. J., Smith; J. A.; Rosser, K. N. Raman and conductivity studies of boron-doped microcrystalline diamond, faceted nanocrystalline diamond and cauliflower diamond films. *Diam. Rel. Mater.*, 17 (2008) 105 – 117.
- MIGLIORINI, F. L. Crescimento de diamante dopado sobre titânio com variação controlada de boro e de carbono com hibridização  $\text{sp}^2$  e  $\text{sp}^3$  como eletrodos de alto desempenho aplicados em tratamento de águas. Tese (Doutorado em Engenharia e Tecnologia/Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2015.